

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. Januar 2001 (18.01.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/04384 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: C25D 1/10, Frank [DE/DE]; Ebersheimer Str. 4, D-55268 Nieder-Olm (DE).
B21D 37/20
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP00/05936 (74) Gemeinsamer Vertreter: INSTITUT FÜR
MIKROTECHNIK MAINZ GMBH; Carl-Zeiss-Strasse
18-20, D-55129 Mainz (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum:
27. Juni 2000 (27.06.2000)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (*national*): DE, JP, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).
- (30) Angaben zur Priorität:
199 31 774.7 8. Juli 1999 (08.07.1999) DE Veröffentlicht:
— Mit internationalem Recherchenbericht.
— Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist: Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eintreffen.
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): INSTITUT FÜR MIKROTECHNIK MAINZ
GMBH [DE/DE]; Carl-Zeiss-Strasse 18-20, D-55129
Mainz (DE).
Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): EHRFELD, Wolfgang
[DE/DE]; Kehlweg 22, D-55124 Mainz (DE). MICHEL,

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING MICRO STAMPING TOOLS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON MIKROSTANZWERKZEUGEN

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing micro stamping tools which is designed to achieve a highly accurate reproducible match between said micro stamping tools, such as a force plate with stamps and a cutting plate, and to achieve a homogeneous distribution of die clearance. According to the first alternative for producing a cutting plate, a force plate consisting of stamps with micro cutting structures in the sub-millimeter range is provided with a separating layer and the force plate is galvanically reproduced using a hard alloy. In another alternative for the production of a force plate with stamps, a cutting plate is used as an initial or master mould. According to the inventive method, a direct galvanic shaping process is performed, whereby reproduction errors and manufacturing tolerances are reduced substantially and a highly accurate match is achieved between the force and cutting plate, in addition to achieving a homogeneous distribution of die clearance. By using standardized microtechnical production methods, it is possible to produce large numbers of matching force and cutting plates in a simple, reproducible manner at low cost.

(57) Zusammenfassung: Um eine hohe Abbildungstreue von Mikroschneidwerkzeugen, wie Stempelplatte mit Stempeln und Schneidplatte, zueinander als auch eine gleichmässige Schnittspaltverteilung zu ermöglichen, wird ein Verfahren zur Herstellung dieser Mikrostanzwirkzeuge beschrieben. Gemäss einer ersten Alternative zur Herstellung einer Schneidplatte wird eine Stempelplatte mit Stempeln, die Mikroschneidstrukturen im Submillimeterbereich aufweist, mit einer Trennschicht versehen und die Stempelplatte mittels einer Hartlegierung galvanisch abgeformt. In weiteren Alternativen zur Herstellung einer Stempelplatte mit Stempeln dient eine Schneidplatte als Ausgangs- bzw. Masterform. Durch das erfindungsgemässe Verfahren, wobei ein direktes galvanisches Abformungsverfahren durchgeführt wird, werden die Abbildungsfehler und Fertigungstoleranz erheblich verringert und damit sowohl eine hohe Abbildungstreue von Stempel- und Schneidplatte zueinander als auch eine gleichmässige Schnittspaltverteilung erreicht. Durch den Einsatz von standardisierten mikrotechnischen Herstellungsverfahren können die zueinander passenden Stempel- und Schneidplatten einfach und reproduzierbar und vor allem kostengünstig in grossen Stückzahlen hergestellt werden.



WO 01/04384 A1

Verfahren zur Herstellung von Mikrostanzzwerkzeugen

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Mikrostanzzwerkzeugen gemäß der Oberbegriffe der Patentansprüche 1, 2 und 3.

Stanzverfahren werden zur Herstellung verschiedenster Kleinstbauteile mit Stegbreiten von $\leq 0,2$ mm in großem Umfang eingesetzt, z.B. in der Uhren- und Elektronikindustrie. Generell zeigt sich bei vielen Anwendungen, wie z.B. Kleinstrelais oder Leadframes eine klare Tendenz in Richtung fortschreitender Miniaturisierung.

Bei Stegen von geringer Breite werden Stanzstrukturen üblicherweise mit Folgeschneidwerkzeugen in mehreren Stationen gefertigt. Dadurch lassen sich Verformungen des Werkstücks weitestgehend vermeiden. Die Herstellung beispielsweise von Leadframes erfordert eine Zerlegung der Schneidvorgänge in viele Einzelschritte, so daß die Werkzeuglänge und die Anforderung an die Werkzeuggtoleranzen ganz erheblich ansteigen. Das Werkzeug hat im vorliegenden Falle eine Gesamtlänge von 2,4 m. Der Leadframe muß daher auf drei Stanzmaschinen nacheinander gefertigt werden. Die derzeit bei Stanzstrukturen erreichbare Genauigkeit wird entscheidend durch die hohe Zahl der Positionierschritte im Werkzeug und die daraus resultierende ungleichmäßige Schnittspaltverteilung begrenzt.

Beim Schneiden von Blechen mit einer Stärke von weniger als 1 mm werden zusätzlich sogenannte Niederhalterplatten eingesetzt, die zur Fixierung des Stanzbandes während des Schneidvorgangs und als zusätzliche Führung der Schneidstempel dienen. Dadurch werden ungewollte Verformungen der Stanzteile weiter vermindert. Die aus Metall bestehende Niederhalterplatte wird in der Regel über die Säulen des Werkzeuggestells geführt und über Schraubenfedern am Oberwerkzeug abgestützt.

Ausschlaggebend für die Maßgenauigkeit der Stanzstrukturen ist neben der Verformung des Stanzbandes die Kontur- und Formgenauigkeit der aktiven Schneidelemente. Typischerweise werden Schneidplatten mit einfachen Geometrien durch Drahterodieren mit einer Form- und Maßabweichung bis herab zu einem $1\ \mu\text{m}$ gefertigt, wobei geschliffene Hartmetalleinsätze in die Schneidplatte eingesetzt werden, um die Standzeit des Werkzeuges zu erhöhen. Schneidstempel sind ebenfalls mittels Erodierverfahren, aber auch durch Konturschleifen, mit der gleichen Präzision herstellbar. Einer der Hauptnachteile konventioneller Stanzwerkzeuge ist, daß hierdurch lediglich Schnittspalte im Bereich von 2 bis $4\ \mu\text{m}$ realisiert werden können. Bei ungleichmäßigen Schnittspalten, die durch Form- und Maßabweichung hervorgerufen werden können, verschleißten vor allem die Stempel einseitig stärker.

Darüber hinaus wird die Präzision des Schnitteils beim Folgeschneidwerkzeug aber auch von der Genauigkeit des maschinengesteuerten Bandvorschubs bestimmt. Die am häufigsten angewendete Methode zur exakten Bandpositionierung im Werkzeug ist die sogenannte Fangstiftmethode.

Ein weiterer Hauptnachteil der konventionell gefertigten Folgeschneidwerkzeuge ist deren Größe. Zum einen ist die Werkzeuglänge bedingt durch eine Vielzahl von Folgeschneidstationen häufig sehr groß. Zum anderen wird die Bauhöhe der Werkzeuge wesentlich durch den metallischen Niederhalter bestimmt. Bedingt durch diese Vorgaben sind die Werkzeuge sehr schwer, die während des Schneidvorgangs zu bewegendende Masse ist hoch und es muß mit einem im Verhältnis zur Höhe der Stanzstruktur großen Hub gestanzt werden. Die Anforderungen an die Stanzmaschinen bezüglich Werkzeugeinbauraum und Bewegungsgenauigkeit sind sehr hoch.

Die Auswahl der Werkstoffe für Stanzwerkzeuge hängt entscheidend von der Art und Dicke der zu schneidenden Materialien sowie von der erforderlichen Standzeit ab. Als Werkzeugwerkstoffe für die Aktivelemente von Schneidwerkzeugen werden bevorzugt Kaltarbeitsstähle, Hartmetalle und pulvermetallurgisch hergestellte

Schnellarbeitsstähle mit Härten von 60 bis 70 HRC bzw. 1000 bis 1800 HV verwendet. Hartmetalle zeichnen sich gegenüber Kaltarbeitsstählen durch einen geringeren Verschleiß aus. Die Entwicklung von zäheren Hartmetallen ermöglichte auch die Fertigung sehr feiner Schneidelemente. Deshalb werden gerade in Bereichen mit einem hohen Bedarf an Bauteilen mit immer kleineren kritischen Abmessungen, wie beispielsweise in der Elektronik, Schneidteile vielfach aus Hartmetallen hergestellt. Neben gewöhnlichen Werkzeugstählen und Hartmetallen finden auch pulvermetallurgisch erzeugte Werkzeugstähle Verwendung. Sie besitzen ein sehr feinkörniges Gefüge mit einer extrem gleichmäßigen Verteilung der Legierungsbestandteile, die sehr lange Werkzeugstandzeiten ermöglichen.

Eine Beschichtung der aktiven Schneidelemente erhöht die Standzeit erheblich und ist in der industriellen Praxis weit verbreitet. Mit einer Hartstoff-Beschichtung, wie z.B. Titanitrid, Titancarbonitrid oder Chromnitrid, wird die Verschleißbeständigkeit und die Oberflächenhärte erhöht. Als Beschichtungsverfahren werden Verfahren aus der Gruppe der CVD- (Chemical Vapour Deposition) und der PVD-Verfahren (Physical Vapour Deposition) angewendet, wobei sich die PVD-Verfahren aufgrund der verfahrensbedingten niedrigeren Substrattemperaturen für eine größere Zahl von Materialien eignet. Mit Standardverfahren sind alle metallischen Werkstoffe mit Schichtdicken von 1 bis 4 μm beschichtbar.

Zusammenfassend stehen einer weiteren Miniaturisierung konventionell gestanzter Bauteile im wesentlichen die folgende Nachteile der derzeit für die Fertigung von Stanzwerkzeugen eingesetzten Verfahren im Wege:

- die mangelnde Genauigkeit der Schneidwerkzeuge aufgrund der Fertigungstoleranzen der eingesetzten Verfahren,
- die Toleranzen der relativen Positionierung zweier Stempel zueinander,
- die mangelnde Genauigkeit der relativen Positionierung von Schneid- und Stempelplatte innerhalb einer Folgeschneidstation, z.B. bedingt durch den im

Vergleich zur Höhe der Stanzstruktur aufgrund des Niederhalters notwendigen großen Werkzeughub und eine große Werkzeugmasse,

- die fehlende Möglichkeit zur Fertigung von komplexen Schneidstrukturen bedingt eine sehr große Zahl von Folgeschneidstationen,
- und die mangelnde Genauigkeit der relativen Positionierung der Schneidwerkzeuge zwischen aufeinanderfolgenden Schneidstationen.

Aus der DE 195 42 658 A1 und der US 5,645,977 ist die Anwendung des LIGA-Verfahrens zur Herstellung von einstückigen Mikrostanzzwerkzeugen, die aus Stempelplatte mit Stempeln, Niederhalter und Schneidplatte bestehen, bekannt. Das LIGA-Verfahren ermöglicht die Herstellung von komplexen Schneidstrukturen und damit eine Verkleinerung der Zahl der Folgeschneidstationen.

Gemäß der Anwendung des LIGA-Verfahrens aus der DE 195 42 658 A1 wird zunächst eine Maske entsprechend des zu fertigenden Mikrostanzzwerkzeugs hergestellt. Um danach eine Kunststoff-Negativform entsprechend des zu fertigenden Mikrostanzzwerkzeugs herzustellen, wird zunächst auf ein Substrat eine Resistschicht aufgebracht und anschließend die Resistschicht durch die Maske mit einer energiereichen Strahlung, wie beispielsweise einer Röntgenstrahlung oder einer ultravioletten Strahlung, belichtet und dann entwickelt. In einem weiteren Schritt wird eine erste galvanische Abformung der Kunststoff-Negativform mit einem Galvanoformungsmetall durchgeführt, wobei man durch Entfernen des Kunststoffs eine metallische Spritzgießform erhält. Daraufhin werden mittels Spritzgießen die Kunststoff-Formteile repliziert. Schließlich wird eine zweite galvanische Abformung der Kunststoff-Formteile mit einem Galvanoformungsmetall durchgeführt, wobei einstückige Mikrostanzzwerkzeuge, wie Stempelplatte mit Stempeln, Niederhalter und Schneidplatte, resultieren. In der US 5,645,977 Patentschrift wird ein im Vergleich zur DE 195 42 658 A1 modifiziertes Verfahren beschrieben, wobei die beiden letzten Verfahrensschritte, nämlich Replikation der Kunststoff-Formteile und zweite galvanische Abformung entfallen.

Nachteilig bei beiden Verfahren ist, daß zwei unabhängige LIGA-Prozeß-Durchläufe zur Herstellung von zwei zueinander passenden Mikrostanzwerkzeugen, wie Stempelplatte mit Stempeln und Schneidplatte, durchgeführt werden müssen, wobei jeder der beiden LIGA-Prozesse mit entsprechenden Abbildungsfehlern und Fertigungstoleranzen behaftet ist. Dies bedingt, daß durch die beiden bekannten Verfahren weder eine hohe Abbildungstreue von Stempel- und Schneidplatte zueinander noch eine daraus resultierende gleichmäßige Schnittspaltverteilung sichergestellt werden kann.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung von Mikrostanzwerkzeugen bereitzustellen, das nicht die Nachteile des Standes der Technik aufweist und sowohl eine hohe Abbildungstreue von Stempel- und Schneidplatte zueinander als auch eine gleichmäßige Schnittspaltverteilung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird gemäß einer ersten Alternative mit einem Verfahren zur Herstellung einer Schneidplatte gelöst, bei dem eine Stempelplatte mit Stempeln, die Mikroschneidstrukturen im Submillimeterbereich aufweist, mit einer Trennschicht versehen und die Stempelplatte mittels einer Hartlegierung galvanisch abgeformt wird.

Vorzugsweise wird die Stempelplatte nach einem nachfolgend noch zu beschreibenden weiteren Verfahren zur Herstellung von einstückigen Mikrostanzwerkzeugen hergestellt.

Ein besonderer Vorteil der Erfindung besteht darin, daß zur Herstellung von einstückigen und zueinander passenden Mikrostanzwerkzeugen, wie Stempelplatte mit Stempeln und Schneidplatte, ein direktes galvanisches Abformungsverfahren durchgeführt wird, wobei eine Positivform eines Mikrostanzwerkzeugs, wie beispielsweise eine Stempelplatte mit Stempeln, als metallische Ausgangs- bzw. Masterform zur Herstellung einer Schneidplatte dient. Hierdurch werden im Vergleich zum Stand der Technik die Abbildungsfehler und die Fertigungstoleranzen

erheblich verringert und damit sowohl eine höhere Abbildungstreue von Stempel- und Schneidplatte zueinander als auch eine gleichmäßige Schnittspaltverteilung erreicht.

Eine gleichmäßige Schnittspaltverteilung wird erzeugt, indem beim erfindungsgemäßen Verfahren zum Aufbringen der Trennschicht standardisierte und exakt steuerbare mikrotechnische Herstellungsverfahren, wie beispielsweise Dünnschichtprozesse oder Tauchverfahren, eingesetzt werden. Zudem können durch den Einsatz von standardisierten mikrotechnischen Herstellungsverfahren die zueinander passenden Stempel- und Schneidplatten einfach und reproduzierbar und vor allem kostengünstig in großen Stückzahlen hergestellt werden. Ein besonderer Vorteil der Erfindung ist hierbei, daß die Masterform nach der direkten galvanischen Abformung weiter verwendet werden kann.

Selbstverständlich kann durch ein entsprechendes erfindungsgemäßes Verfahren auch eine Stempelplatte mit Stempeln hergestellt werden, wobei eine Schneidplatte als Masterform dient.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird daher auch gemäß einer weiteren Alternative mit einem Verfahren zur Herstellung einer Stempelplatte gelöst, bei dem eine Schneidplatte, die Mikrodurchbrüche im Submillimeterbereich aufweist, mit einer Trennschicht versehen und mit einer Basisplatte so verbunden wird, daß die Mikrodurchbrüche auf der Unterseite der Schneidplatte abgedeckt werden, und daß die Schneidplatte mittels einer Hartlegierung galvanisch abgeformt wird.

Bei diesem ersten erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer Stempelplatte wird zunächst die Schneidplatte vorzugsweise durch ein Tauchverfahren oder einen Vakuumbeschichtungsprozeß mit einer Trennschicht versehen. Hierdurch kann in einfacher Weise gleichmäßig eine Trennschicht auf die gesamte Oberfläche der Schneidplatte aufgebracht werden. Nachfolgend wird die mit der Trennschicht versehene Schneidplatte mit einer Basisplatte, die entweder aus einem leitfähigen Material, wie beispielsweise eine Metallplatte, oder aus einem

nicht-leitfähigen Material bestehenden kann, auf der Unterseite so verbunden, daß die Mikrodurchbrüche auf der Unterseite der Schneidplatte abgedeckt werden.

Das Abdecken der Mikrodurchbrüche auf der Unterseite der Schneidplatte mit der aus einem leitfähigen Material bestehenden Platte dient dem Erzeugen einer Startschicht bzw. Startelektrode im Bereich der Mikrodurchbrüche für das galvanische Abformen.

Im Fall, daß eine aus einem leitfähigen Material bestehende Basisplatte verwendet wird, kann diese Platte die Startelektrode auf dem Grund der Mikrodurchbrüche für das nachfolgende galvanische Abformen bilden. In diesem Fall kann sowohl eine elektrisch leitende Trennschicht als auch eine elektrisch nicht leitende Trennschicht auf die Oberfläche der Schneidplatte aufgebracht werden. Im Fall, daß eine nicht-leitfähige Basisplatte verwendet wird, wird vorzugsweise eine elektrisch leitende Trennschicht auf die Oberfläche der Schneidplatte aufgebracht, die dann die Startschicht bzw. Startelektrode auf den Flanken bzw. Seitenwänden der Mikrodurchbrüche bilden kann. Eine Startschicht auf dem Grund der Mikrodurchbrüche kann aber auch dadurch erzeugt werden, daß die mit der Trennschicht versehene Schneidplatte beispielsweise mit einem leitfähigen Kleber oder mittels einer anderen geeigneten leitenden Zwischenschicht mit der Basisplatte derart verbunden wird, daß diese leitende Zwischenschicht die Startelektrode bilden kann. Die Schneidplatte wird mittels einer Hartlegierung galvanisch abgeformt.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird auch gemäß einer weiteren Alternative mit einem Verfahren zur Herstellung einer Stempelplatte gelöst, bei dem eine Schneidplatte, die Mikrodurchbrüche im Submillimeterbereich aufweist, mit einer Basisplatte so verbunden wird, daß die Mikrodurchbrüche auf der Unterseite der Schneidplatte abgedeckt werden, und die Oberseite der Schneidplatte mit einer Trennschicht versehen wird, und daß die Schneidplatte mittels einer Hartlegierung galvanisch abgeformt wird.

Bei diesem weiteren erfindungsgemäßen Verfahren zur Herstellung einer Stempelplatte wird im Unterschied zu dem zuvor beschriebenen ersten Verfahren zunächst die Schneidplatte mit der Basisplatte, die entweder aus einem leitfähigen oder einem nicht-leitfähigen Material bestehenden kann, verbunden. Hierdurch werden die Mikrodurchbrüche auf der Unterseite der Schneidplatte abgedeckt. Erst danach wird dann auf die noch freiliegende Oberseite der Schneidplatte eine Trennschicht aufgebracht, wobei vorzugsweise auch die Seitenwände und der Grund der Mikrodurchbrüche mit einer Trennschicht bedeckt wird. Wie bereits beschrieben, kann im Fall, daß eine leitfähige Basisplatte verwendet wird, diese Platte die für das nachfolgenden galvanische Abformen notwendige Startschicht bzw. Startelektrode bilden. Im Fall, daß eine nicht-leitfähige Basisplatte verwendet wird, wird vorzugsweise eine elektrisch leitende Trennschicht auf die Oberseite der Schneidplatte aufgebracht, die dann sowohl auf dem Grund als auch auf den Flanken bzw. Seitenwänden der Mikrodurchbrüche die Startschicht bzw. Startelektrode bildet. Schließlich wird die Schneidplatte mittels einer Hartlegierung galvanisch abgeformt. Selbstverständlich kann die Startschicht auch bei dieser Alternative durch einen leitfähigen Kleber bzw. eine leitende Zwischenschicht gebildet werden.

Über die Dicke der Trennschicht kann der Schneidspalt eingestellt werden. Der Schneidspalt darf allerdings nicht so gering sein, daß sich Stempel und Schneidplatte nicht mehr voneinander trennen lassen. Nach einem besonderen Gedanken der Erfindung werden auflösbare Trennschichten verwendet, die sicherstellen, daß sich Stempel und Schneidplatte nach dem galvanischen Abformen voneinander lösen können. Falls erforderlich kann beim Auflösen der Trennschicht auch der leitfähige Kleber oder die leitende Zwischenschicht mit aufgelöst werden.

Wenn die Mikroschneidstrukturen der Stempel oder Mikrodurchbrüche der Schneidplatten kleine Aspektverhältnisse aufweisen, also beispielsweise ein Aspektverhältnis von kleiner als 5, wird vorzugsweise eine elektrisch leitende Trennschicht verwendet. Unter Aspektverhältnis wird hierbei das Größenverhältnis

der Höhe der Mikroschneidstrukturen der Stempel bzw. der Höhe der Mikrodurchbrüche der Schneidplatte im Vergleich mit den jeweiligen Breiten verstanden.

Zur Ausbildung der elektrisch leitenden Trennschicht wird vorzugsweise die Stempelplatte oder die Schneidplatte anodisch oxidiert. Dadurch wird eine Trennschicht im Nanometerbereich erhalten.

Andererseits wird zur Ausbildung der elektrisch leitenden Trennschicht die Stempelplatte oder die Schneidplatte oberflächlich mit einer metallischen Opferschicht, einer leitenden Kohlenstoffschicht oder einer leitenden Tauchlackschicht beschichtet. Diese Schichten können beispielsweise mittels einem Tauchverfahren oder einen Vakuumbeschichtungsprozeß aufgebracht werden. Ferner können diese Schichten nach dem galvanischen Abformen aufgelöst werden.

Wenn die Mikroschneidstrukturen der Stempel oder Mikrodurchbrüche der Schneidplatten hohe Aspektverhältnisse aufweisen, worunter vorzugsweise Verhältnisse von größer 5 zu verstehen sind, sind nicht leitende Trennschichten von Vorteil. Vorzugsweise wird zur Ausbildung der nicht leitenden Trennschicht auf die Stempelplatte oder die Schneidplatte eine Wachs- oder eine Polymerschicht oder eine Siliziumdioxidschicht aufgebracht. Die Siliziumdioxidschicht wird durch Sputtern aufgebracht. Die Wachs- und Polymerschichten können beispielsweise mittels Tauchverfahren, durch Aufsprühen oder auch in Form von Schrumpffolien aufgebracht werden. Vorzugsweise wird ein aufgebrachter Wachsfilm durch Eindampfen verfestigt.

Da diese Materialien nicht als Startschicht für den anschließenden Galvanikprozeß geeignet sind, wird nach einer ersten bevorzugten Variante auf diese Wachs- oder Polymer- oder Siliziumdioxidschicht eine Metallschicht als Startschicht für den Galvanikprozeß aufgebracht. Dieses Aufbringen kann durch Aufdampfen, Sputtern

oder Aufsprühen erfolgen. Die Metallschicht besteht vorzugsweise aus Nickel, Kupfer, Silber oder Gold.

Nach einer weiteren bevorzugten Variante wird zum Erzeugen der Startschicht vor dem galvanischen Abformen die nicht leitende Trennschicht vom Grund der Mikrodurchbrüche zumindest teilweise entfernt. Zum Entfernen der nicht leitenden Trennschicht können beispielsweise elektromagnetische Strahlung oder Teilchenstrahlen oder auch andere Möglichkeiten zum Einsatz kommen, die bereits in der DE 197 53 948 A1 beschrieben wurden. Da die vorliegende Erfindung zumindest teilweise auch den Erfindungsgegenstand der DE 197 53 948 A1 anwendet, nämlich ein Verfahren zur Herstellung metallischer Mikrostrukturkörper durch direktes galvanisches Abformen, werden die darin beschriebenen Verfahren und Materialien auch als Lösungsmöglichkeiten für die vorliegende Erfindung angesehen und hiermit explizit in die Beschreibung aufgenommen. Die darin beschriebenen Verfahren und Materialien werden auch als Lösungsmöglichkeiten für die vorliegende Erfindung zum Entfernen der nicht leitenden Trennschicht angesehen und hiermit explizit in die Beschreibung aufgenommen.

Eine weitere Alternative zur Herstellung von einstückigen Mikrostanzzwerkzeugen, wie Schneidplatte und Stempelplatte mit Stempeln, besteht darin, daß mittels eines Tiefenstrukturierungsprozesses eine Positivform des Stanzzwerkzeuges mit Mikroschneidstrukturen oder Mikrodurchbrüchen im Submillimeterbereich aus Resistmaterial hergestellt wird, daß diese Positivform zur Herstellung einer Senkelektrode galvanisch abgeformt wird, und daß mittels der Senkelektrode mittels Senkerodieren in ein Halbzeug Durchbrüche oder Vertiefungen zur Bildung des Stanzzwerkzeuges eingebracht werden.

Obwohl diese Verfahren einen weiteren Verfahrensschritt beinhaltet, besteht dadurch die Möglichkeit, das Stanzzwerkzeug aus Materialien herzustellen, die bei einer galvanischen Abformung nicht verwendet werden können. Es wird daher vorzugsweise ein Halbzeug aus Hartmetall oder Stahl verwendet.

Vorzugsweise wird als Tiefenstrukturierungsprozess ein Tiefenlithographieverfahren verwendet.

Vorzugsweise wird die Positivform zur Herstellung der Senkelektrode mittels Kupfer galvanisch abgeformt.

Für alle zuvor beschriebenen Alternativen können nachfolgende Varianten zur Anwendung kommen:

Vorzugsweise wird beim galvanischen Abformen zuerst eine Schicht aus einer Hartlegierung aufgebracht und anschließend diese Schicht durch galvanische Abscheidung eines weicheren Materials, wie beispielsweise Cu und/oder Ni hinterfütert.

Als Hartlegierung wird vorzugsweise Nickel-Eisen, Nickel-Wolfram, Kobalt-Wolfram oder Nickel-Kobalt verwendet.

Nach dem galvanischen Abformen empfiehlt es sich, den Verbund aus Schneidplatte und Stempel/Stempelplatte zum leichteren Trennen zu erwärmen oder mit Lösungsmittel oder Ultraschall zu behandeln. Hierdurch kann auch erreicht werden, daß die Trennschicht aufgelöst oder zumindest so beschädigt wird, daß ein leichteres Trennen von Schneid- und Stempelplatte ermöglicht ist.

Nach dem galvanischen Abformen und Trennen von Schneid- und Stempelplatte ist es vorteilhaft, das Stanzwerkzeug einem Schleifprozeß zu unterziehen, wobei überschüssiges Material abgetragen werden kann. Der Hauptzweck besteht allerdings darin, die Schneidkanten an den Stempeln bzw. an der Schneidplatte zu schärfen.

Das Stanzwerkzeug bzw. zumindest die Mikroschneidstrukturen können zusätzlich noch mit einer Hartstofflegierung versehen werden, um den Verschleiß der Schneidkanten an Stempeln und Schneidplatten zu minimieren. Hierzu geeignet

sind Titanitrit (TiN), Titancabonitrit (TiCN), Chromnitrit (CrN), Titancarbid (TiC), Titanaluminonitrit (TiAlN).

Der Vorteil der Einstückigkeit besteht darin, daß einerseits die Positioniergenauigkeit der Stempel zueinander und andererseits die Dichte der Schneidstrukturen weitaus höher ist, als dies bei herkömmlichen Stanzwerkzeugen der Fall ist. Dies ist darauf zurückzuführen, daß keine platzbeanspruchenden Befestigungsmittel erforderlich sind, um die Stempel in der Stempelplatte zu befestigen. Dadurch ist es möglich, Schneidstrukturen in beiden Raumrichtungen nahezu beliebig dicht nebeneinander anzuordnen. Außerdem ist das Gesamtgewicht von Stempelplatte und Stempel der einstückigen Ausführung geringer, so daß der Energieaufwand zum Bewegen des Mikrostanzwerkzeuges geringer und die Genauigkeit der relativen Positionierung von Schneid- und Stempelplatte erhöht ist.

Die Mikroschneidstrukturen können mit höherer Genauigkeit hergestellt werden, weil mikrotechnische Verfahren eingesetzt werden, bei denen Form- und Maßabweichungen im Submikrometerbereich liegen.

Erfindungsgemäß weist mindestens ein Teil der Mikroschneidstrukturen in der Stempelplattenebene Freiformflächen und/oder Hinterschneidungen auf. Derartige komplexe Strukturen mußten bisher in Strukturen ohne Hinterschneidung bzw. in einfachere Strukturen unterteilt werden, die wiederum auf mehrere Folgeschneidstationen verteilt werden mußten. Auch diese erfindungsgemäße Maßnahme trägt zu einer hohen Dichte von Schneidstrukturen und damit zu einer Verkleinerung der gesamten Mikrostanzvorrichtung bei.

Eine erfindungsgemäße Mikrostanzvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß sowohl Stempel und Stempelplatte als auch die Schneidplatte einstückig sind, wobei Stempel, Stempelplatte und Schneidplatte nach mikrotechnischen Verfahren hergestellt sind und die Stempel Mikroschneidstrukturen und die Schneidplatte Mikrodurchbrüche jeweils im Submillimeterbereich aufweisen. Bei der einstückigen Schneidplatte entfallen die sonst üblichen Schneideinsätze.

Vorzugsweise werden Stempel/Stempelplatte und die Schneidplatte mit demselben mikrotechnischen Verfahren hergestellt, was die Genauigkeit der beiden zusammenwirkenden Stanzwerkzeuge erhöht. Die Breite des Schneidspaltes und die Schnittspaltverteilung kann dadurch weiter verringert werden, was wiederum die Qualität der ausgestanzten Strukturen verbessert.

Vorzugsweise weist eine Schneidstation mindestens eine Stempelplatte auf. Es ist dadurch auch möglich, ein modulares System mit Mikroschneidstrukturen aufzubauen, wobei die Stempelplatten nur noch in der gewünschten Anordnung zusammengefügt werden müssen. Dies ist für einfache Strukturen im Hinblick auf Flexibilität von Vorteil, allerdings wird dieser modulare Aufbau durch eine Beeinträchtigung der Positioniergenauigkeit erkauft.

Für hochkomplizierte Strukturen ist es deshalb von Vorteil, wenn die Stempelplatte mehrere Gruppen von Stempeln für mehrere Schneidstationen trägt. Die Positioniergenauigkeit ist bei dieser Ausführungsform deutlich erhöht.

Mit mikrotechnischen Verfahren hergestellte Mikroschneidstrukturen im Submillimeterbereich weisen verfahrensbedingt nur eine geringe Höhe auf, was bisher als Nachteil angesehen wurde. Die geringe Bauhöhe hat jedoch gleichzeitig den Vorteil, daß die zu bewegenden Massen deutlich geringer sind und daß die Hubstrecke kürzer ist, was wiederum die Schneidgenauigkeit erhöht.

Die geringe Höhe der Stempel- bzw. Mikroschneidstrukturen erfordert spezielle Niederhalter. Herkömmliche Niederhalter, die beispielsweise aus Metallplatten bestehen, können deshalb nicht eingesetzt werden, weil diese eine Mindestdicke aufweisen müssen und somit die Stempel den Niederhalter nicht durchdringen können.

Der bei dieser Erfindung vorzugsweise einzusetzenden Niederhalter weist elastisches Polymermaterial auf. In einer bevorzugten Ausführungsform besteht der Niederhalter vollständig aus elastischem Polymermaterial.

Vorzugsweise besteht der Niederhalter aus einer auf der Stempelplatte aufgetragenen elastischen Polymerschicht. Die elastische Polymerschicht kann durch verschiedene bekannte Verfahren aufgebracht werden, z.B. durch Tauchen oder Aufsprühen. Als elastische Polymere kommen insbesondere Elastomere in Frage.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform besteht der Niederhalter aus einer elastischen Polymerplatte, die durchaus auch dicker sein kann als die Höhe der Stempel. Beim Ausstanzen wird dieses Polymermaterial komprimiert, wodurch der durch die Höhe der Stempel vorgegebene Schneidweg nur geringfügig verringert wird.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform besteht der Niederhalter aus einer elastischen Polymerplatte, die vorzugsweise auf der der Stempelplatte gegenüberliegenden Unterseite mit einer Metallschicht, etwa einem Stahlblech von 0,2 mm bis 1 mm Höhe, beispielsweise verklebt ist.

Die elastische Polymerplatte ist vorzugsweise auf der Stempelplatte befestigt. Es besteht aber auch die Möglichkeit, die Polymerplatte an anderen Bauteilen der Stanzvorrichtung zu befestigen, wie z.B. auf der die Stempelplatte tragenden Grundplatte oder an den Führungssäulen. Die Polymerplatte kann festgeklebt, geschraubt oder aufgespannt werden. Andere Befestigungsmöglichkeiten sind ebenfalls denkbar.

Der Niederhalter kann dieselben Mikrodurchbrüche aufweisen wie die Schneidplatte. In diesem Fall ist es vorteilhaft, die elastische Polymerplatte mittels einer mit Stempeln versehenen Stempelplatte und einer Schneidplatte auszustanzen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann ein elastisches Polymer direkt auf der Stempelplatte mittels Tauchverfahren, Aufsprühen oder Ausgießen aufgebracht werden. Der Niederhalter kann in diesem Fall auf der Stempelplatte verbleiben.

Es ist aber nicht unbedingt notwendig, daß die elastische Polymerplatte, die zu den Mikroschneidstrukturen gehörenden Durchbrüche aufweist. Es können auch vereinfachte Durchbrüche in der elastischen Polymerplatte vorgesehen sein.

Die Verwendung von Polymeren für den Niederhalter reduziert vorteilhafterweise das Gewicht der bewegten Massen in einer Mikrostanzevorrichtung, so daß auch hierdurch die Genauigkeit der relativen Positionierung von Schneid- und Stempelplatte erhöht wird. Als bevorzugte Materialien kommen thermoplastische Elastomere, Kautschuke oder weichelastische Schaumstoffe in Frage. Zu den thermoplastischen Elastomeren zählen z.B. Styrol-Butadien-Copolymere, Polyamide, Polyetheramide, Polyetheresteramide oder Polyether-Block-Amide sowie Polyurethane.

Bevorzugte Kautschuke sind Chloroprenkautschuk, Naturkautschuk, Fluorkautschuk, Siliconkautschuk oder Polyurethankautschuk.

Als weichelastische Schaumstoffe können z.B. Schaumstoffe mit Bestandteilen aus Polyethylen (PE), Polyvinylchlorid (PVC) oder Polyurethane (PU) eingesetzt werden.

Beispielhafte Ausführungsformen der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

- Figuren 1a-c eine Mikrostanzevorrichtung im Querschnitt während verschiedener Phasen des Stanzevorgangs,
Figur 2 ein ausgestanztes Bauteil aus dem Elektronikbereich,
Figur 3a die Unteransicht einer Stempelplatte mit Stempeln für drei Schneidstationen in perspektivischer Darstellung,
Figur 3b eine Darstellung der Schnittfolge mit der in der Figur 3a gezeigten Stempelplatte,

- Figur 4 eine Darstellung der Schnittfolge mit einer Stempelplatte nach dem Stand der Technik,
- Figur 5a-c eine Darstellung der gesamten Schnittfolge mit konventioneller Werkzeugtechnik zur Herstellung des Bauteils aus Figur 2,
- Figur 6 die gesamte Schnittfolge mit einer erfindungsgemäßen Mikrostanzzvorrichtung zur Herstellung des Bauteils aus Figur 2,
- Figur 7 eine Stempelplatte und einen Niederhalter in perspektivischer Darstellung,
- Figur 8 die perspektivische Unteransicht einer Stempelplatte, die gemäß einer ersten Ausführungsform eines Verfahrens zur Herstellung einer Schneidplatte abgeformt wird,
- Figur 9 eine schematische Darstellung der Verfahrensschritte zur Erläuterung des in Figur 8 gezeigten Verfahrens,
- Figur 10 die schematische Darstellung eines Verfahrens zur Herstellung einer Stempelplatte gemäß einer weiteren Ausführungsform,
- Figur 11 die schematische Darstellung eines Verfahrens zur Herstellung einer Stempelplatte gemäß einer weiteren Ausführungsform,
- Figur 12 die schematische Darstellung eines Verfahrens zur Herstellung einer Stempelplatte gemäß einer weiteren Ausführungsform,
- Figur 13 die schematische Darstellung eines Verfahrens zur Herstellung einer Stempelplatte gemäß einer weiteren Ausführungsform, und
- Figur 14 die schematische Darstellung eines Verfahrens zur Herstellung einer Schneidplatte gemäß einer weiteren Ausführungsform.

In der Figur 1 ist eine Mikrostanzzvorrichtung im Vertikalschnitt dargestellt. Die Mikrostanzzvorrichtung weist ein Oberwerkzeug 9a und ein Unterwerkzeug 9b auf, die über Führungssäulen 3 miteinander verbunden sind. Zwischen beiden Werkzeugen 9a, 9b befindet sich das auszustanzende Band 10.

Das Oberwerkzeug 9a besitzt eine obere Anpaßplatte 1 und eine obere Grundplatte 2, in der die Führungssäulen 3 befestigt sind. Die Führungssäulen 3 werden in Kugelführungen 4 geführt.

An der Unterseite der oberen Grundplatte 2 ist eine einstückige Stempelplatte 40 mit Stempeln 41 angeordnet, die Mikroschneidstrukturen im Submillimeterbereich aufweisen. Ferner ist ein Niederhalter 20 aus einem elastischen Polymermaterial auf die Stempelplatte 40 aufgeklebt. Die Dicke des Niederhalters 20 kann größer sein als die Höhe der Stempelstrukturen 41, weil der Niederhalter während des Stanzvorganges komprimiert wird.

Das Unterwerkzeug 9b der Mikrostanzeinrichtung ist entsprechend dem Oberwerkzeug 9a aufgebaut und weist eine untere Anpaßplatte 8 sowie eine untere Grundplatte 7 auf, die auf der unteren Anpaßplatte befestigt ist. Die Grundplatte 7 trägt eine Schneidplattenaufnahme 31, auf der die Schneidplatte 30 befestigt ist. Die Befestigung von Stempelplatte und Schneidplatte erfolgt durch obere bzw. untere Befestigungsschrauben 5 und 6.

Die Schneidplatte 30 weist Mikrodurchbrüche 32 auf. Auch die Schneidplattenaufnahme 31, die untere Grundplatte 7 und die untere Anpaßplatte 8 weisen konisch geformte bzw. vergrößerte Durchbrüche auf, um den Butzen, das heißt das vom Band 10 ausgeschnittene Teil, entfernen zu können.

In der Figur 1b ist die Mikrostanzeinrichtung in abgesenkter Position zu Beginn des Stanzvorganges zu sehen. Der Niederhalter 20 ist bereits geringfügig komprimiert. In der Figur 1c tauchen die Stempel 41 zum Ausschneiden in das Band 10 ein.

In der Figur 2 ist ein ausgestanztes Bauteil 11 dargestellt, wie es beispielsweise im Elektronikbereich verwendet wird. Um die gezeigte Struktur zu erreichen, sind mehrere Stempel 41 notwendig, die mit konventioneller Werkzeugtechnik bisher gemäß Figur 5a-c auf insgesamt 18 Schneidstationen und mit erfindungsgemäßer Werkzeugtechnik gemäß Figur 6 auf lediglich 6 Schneidstationen verteilt sind. Die ersten drei Schneidstationen der erfindungsgemäßen Werkzeugtechnik zur Herstellung der ersten drei Schnittfolgen in Figur 6 sind in der Figur 3a dargestellt und die Figur 3b zeigt die hiermit gestanzte Schnittfolge. In der Figur 3a sind die Stempel 41 zu insgesamt drei Stempelgruppen 42a, b und c entsprechend den drei

vorgesehenen Schneidstationen zusammengefaßt. In der Figur 3b sind die Flächen 43, 43', 43" der jeweiligen Stempel der Gruppen 42a, b und c schraffiert dargestellt und die durch die jeweils vorangehende Schneidstation ausgestanzten Flächen 11' sind ohne Schraffierung eingezeichnet. Es ist deutlich zu sehen, daß die Mikroschneidstrukturen auch senkrecht zur Schneidrichtung ausgebildete Hinterschneidungen 72 aufweisen können. Ebenso können die Mikroschneidstrukturen als Freiformflächen ausgebildet sein.

Die Stempeldichte ist im Vergleich zu einer herkömmlichen Anordnung von Stempeln, die in Figur 4 gezeigt ist, deutlich höher. Die den Stempeln entsprechenden Flächen sind ebenfalls schraffiert eingezeichnet.

In den Figuren 5a-c ist dies an dem konkreten Beispiel der Figur 2 noch einmal vollständig dargestellt. In den Figuren 5a-c ist die gesamte Schnittfolge mit einem herkömmlichen Werkzeug zu sehen, wobei die freien Flächen die bereits ausgestanzten Flächen darstellen und die schraffierten Flächen die Stempelflächen der jeweiligen Folgeschneidstationen kennzeichnen. Während die Schnittfolge gemäß der Figur 5 eine Länge von 508 mm umfaßt, ist die Schnittfolge mit einer erfindungsgemäßen Mikrostanzvorrückung gemäß der Figur 6 deutlich verkürzt und beträgt nur noch 172 mm. Dies ist auf die erhöhte Stempeldichte zurückzuführen, die aufgrund der einstückigen Ausführung von Stempelplatte und Stempel erzielt werden kann. Es werden lediglich zwei Stanzvorgänge mit der in Figur 3a gezeigten Stempelplatte benötigt.

In der Figur 7 ist eine Stempelplatte 40 mit den Stempeln 41 und den zugehörigen Mikroschneidstrukturen 70 in Unteransicht perspektivisch dargestellt. Der dazu gehörige Niederhalter 20 in Form einer Elastomerplatte 22 weist Durchbrüche 21 auf, die den Mikrodurchbrüchen 32 der dazugehörigen Schneidplatte entsprechen. Eine solche Elastomerplatte 22 kann z.B. durch Stanzen mittels der Stempelplatte 40 mit den Stempeln 41 und der Schneidplatte hergestellt werden.

In den Figuren 8 und 9 ist eine erste Ausführungsform des Herstellungsverfahrens eines Mikrostanzwerkzeuges in Form einer Schneidplatte 30 dargestellt. Bei diesem

Verfahren wird eine Stempelplatte 40 zur Herstellung einer Schneidplatte 30 als Ausgangs- oder Masterform verwendet. Zunächst wird eine Stempelplatte 40 mit Stempeln 41 gemäß einem noch zu beschreibenden Verfahren hergestellt, auf die anschließend eine Trennschicht 33 aufgebracht wird, wie dies die Figur 9 zeigt. Anschließend wird mittels galvanischer Abformung ein Galvanikkörper 55 hergestellt. Durch Auflösen der Trennschicht 33 wird der Galvanikkörper 55 von der Stempelplatte 40 getrennt, so daß eine Positivform 56 der Schneidplatte 30 erhalten wird. Eine weitere Bearbeitungen dieser Positivform 56 führt dann zu einer Schneidplatte 30 mit Durchbrüchen 32, wie dies in der Figur 9 zu sehen ist. Durch dieses Verfahren ist eine präzise Abbildung von Stempel- und Schneidplatte erreicht. Die gleichmäßige Schnittspaltverteilung wird hierbei dadurch sichergestellt, daß Dünnschichtprozesse, wie beispielsweise Plasmadeposition und Tauchverfahren, zur Herstellung der Trennschicht eingesetzt werden.

In der Figur 10 ist ein weiteres Herstellungsverfahren dargestellt, das zur Herstellung einer Stempelplatte 40 mit Stempeln 41 eingesetzt wird. Es wird eine Schneidplatte 30 mit Mikrodurchbrüchen 32 beispielsweise mit dem zuvor beschriebenen Verfahren hergestellt, auf deren gesamte Oberfläche 78 zunächst vorzugsweise durch ein Tauchverfahren oder einen Vakuumbeschichtungsprozeß eine Trennschicht 33 mit gleichmäßiger Dicke aufgebracht wird. Als Trennschicht 33 kann bei diesem Herstellungsverfahren sowohl eine elektrisch leitende als auch eine elektrisch nicht leitende Trennschicht 33 verwendet werden. Danach wird die mit der Trennschicht 33 versehene Schneidplatte 30 auf der Unterseite 73 beispielsweise mittels einer haftenden und elektrisch leitenden Zwischenschicht 74, wie beispielsweise mit einem leitfähigen Kleber 74', mit einer Basisplatte 75 verbunden, wodurch die Mikrodurchbrüche 32 der Schneidplatte 30 auf deren Unterseite 73 durch die Basisplatte 75 abgedeckt werden. Im Fall, daß die Basisplatte 75 aus einem leitfähigen Material, wie beispielsweise aus einer Metallplatte, besteht, bildet vorzugsweise die mit dem leitfähigen Kleber 74' versehene Platte auf dem Grund 76 der Mikrodurchbrüche 32 die für das nachfolgende galvanische Abformen notwendigen Startelektroden 77, wie dies in der Figur 10 zu sehen ist. Im Fall, daß die Basisplatte 75 aus einem elektrisch nicht-

leitfähigen Material besteht, wird vorzugsweise eine elektrisch leitende Trennschicht 33 auf die Oberfläche 78 der Schneidplatte 30 aufgebracht, die dann die Startelektrode 77 bzw. Startschicht auf den Flanken bzw. Seitenwänden 79 der Mikrodurchbrüche 32 für das nachfolgende galvanische Abformen bildet. Die Startelektrode 77 kann auf dem Grund 76 der Mikrodurchbrüche 32 durch die elektrisch leitende Zwischenschicht 74 und den leitfähigen Kleber 74' gebildet werden. Mittels galvanischer Abformung wird dann ein Galvanikkörper 55' hergestellt. Schließlich wird die Basisplatte 75 beispielsweise durch Auflösen des leitfähigen Klebers 74' entfernt. Danach wird die Trennschicht 33 aufgelöst, wie noch beschrieben wird. Dies führt zu einem präzise zueinander passenden Mikrostanzwerkzeug bestehend aus Stempelplatte 40 mit Stempeln 41 und Schneidplatte 30 mit Mikrodurchbrüchen 32, wie dies die Figur 10 zeigt.

Die Figur 11 zeigt ein weiteres Herstellungsverfahren, das zur Herstellung einer Stempelplatte 40 mit Stempeln 41 eingesetzt wird. Bei diesem Verfahren wird zunächst die Schneidplatte 30 beispielsweise mittels dem elektrisch leitfähigen Kleber 74' mit der Basisplatte 75 verbunden und danach wird auf die freiliegende Oberseite 80 der Schneidplatte 30 eine Trennschicht 33 aufgebracht. Bei dieser Ausführungsform wird vorzugsweise eine elektrisch leitende Trennschicht 33 verwendet, da diese direkt die Startelektrode 77 auf dem Grund 76 in den Mikrodurchbrüchen 32 der Schneidplatte 30 für die nachfolgende galvanische Abformung bilden kann. Mittels galvanischer Abformung wird dann ein Galvanikkörper 55' hergestellt, der dann zu einer Stempelplatte 40 mit Stempeln 41 führt, wie dies die Figur 11 zeigt.

Die Figur 12 zeigt ein weiteres Herstellungsverfahren, das zur Herstellung einer Stempelplatte 40 mit Stempeln 41 eingesetzt wird. Bei diesem Verfahren besteht die Basisplatte 75 aus einem leitfähigen Material. Im Unterschied zum Verfahren gemäß Figur 11 wird vorzugsweise eine elektrisch nicht-leitfähige Trennschicht 33 auf die freiliegende Oberseite 80 der Schneidplatte 30 aufgebracht. Zum Erzeugen der Startelektrode 77 auf dem Grund 76 der Mikrodurchbrüche 32 der Schneidplatte 30 wird die nicht-leitfähige Trennschicht 33 zumindest teilweise entfernt. Gemäß

Figur 12 kommt hierzu eine Bestrahlung einer Maske 51', die Öffnungen im Bereich der Mikrodurchbrüche 32 der Schneidplatte 30 aufweist, mit entweder einer Teilchen- oder elektromagnetischen Strahlung zum Einsatz. Hierdurch kann entweder die leitende Zwischenschicht 74, wie in Figur 12 dargestellt, oder im Fall, daß auch diese durch die Teilchenstrahlung im Bereich der Mikrodurchbrüche 32 mit entfernt wurde, die Basisplatte 75 die Startelektrode 77 für die nachfolgende galvanische Abformung bilden. Mittels galvanischer Abformung wird dann ein Galvanikkörper 55' hergestellt, der dann zu einer Stempelplatte 40 mit Stempeln 41 führt, wie dies die Figur 11 zeigt.

In der Figur 13 ist ein weiteres Verfahren dargestellt, bei dem in einem Zwischenschritt zunächst eine Senkelektrode 60 hergestellt wird. Ausgehend von einem Substrat 53 mit Resistmaterial 52 und einer darüber angeordneten Maske 51 und der Bestrahlung durch Röntgen- oder UV-Strahlung 50 wird zunächst eine Positivform 59 der Stempelplatte hergestellt, die galvanisch zur Herstellung eines Galvanikkörpers 60 abgeformt wird. Nach Herauslösen des Resistmaterials 52 erhält man eine Senkelektrode 60, mittels derer aus einem Halbzeug 62 durch Senkerodieren die Stempelplatte 40 mit den Stempeln 41 hergestellt wird. Der Funkenspalt ist mit den Bezugszeichen 61 gekennzeichnet.

In der Figur 14 ist ein weiteres Herstellungsverfahren dargestellt, mit dem eine Schneidplatte 30 mittels Senkerodieren und einer Senkelektrode 60' hergestellt wird. Das Verfahren entspricht dem Verfahren gemäß der Figur 13.

Bezugszeichenliste

1	obere Anpaßplatte
2	obere Grundplatte
3	Führungssäule
4	Kugelführung
5	obere Befestigungsschraube
6	untere Befestigungsschraube
7	untere Grundplatte
8	untere Anpaßplatte
9a	Oberwerkzeug
9b	Unterwerkzeug
10	Band
11	ausgestanztes Bauteil
11'	ausgestanzte Flächen
20	Niederhalter
21	Durchbrüche
22	Elastomerplatte
30	Schneidplatte
31	Schneidplattenaufnahme
32	Mikrodurchbruch
33	Trennschicht
34	Schnittkante
40	Stempelplatte
41	Stempel
42 a,b,c	Stempelgruppe
43	Fläche der Stempel der jeweiligen Folgeschneidstation
43',43"	Fläche der Stempel der jeweiligen Folgeschneidstation
50	UV- oder Röntgenstrahlung
51, 51'	Maske
52	Resistmaterial
53	Substrat

55,55'	Galvanikkörper
56	Positivform
57, 57'	Mikrostruktur
59	Positivform
60, 60'	Senkelektrode
61	Funkenspalt
62	Halbzeug
70	Mikroschneidstruktur
72	Hinterschneidung
73	Unterseite
74	Zwischenschicht
74'	Kleber
75	Basisplatte
76	Grund
77	Startelektrode
78	Oberfläche
79	Seitenwand
80	Oberseite

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung einer Schneidplatte (30), dadurch gekennzeichnet,

daß eine Stempelplatte (40) mit Stempeln (41), die Mikroschneidstrukturen (70) im Submillimeterbereich aufweist,

mit einer Trennschicht (33) versehen wird, und

daß die Stempelplatte (40) mittels einer Hartlegierung galvanisch abgeformt wird.

2. Verfahren zur Herstellung einer Stempelplatte (40), dadurch gekennzeichnet,

daß eine Schneidplatte (30), die Mikrodurchbrüche (32) im Submillimeterbereich aufweist, mit einer Trennschicht (33) versehen wird, und

mit einer Basisplatte (75) so verbunden wird, daß die Mikrodurchbrüche (32) auf der Unterseite (73) der Schneidplatte (30) abgedeckt werden, und

daß die Schneidplatte (30) mittels einer Hartlegierung galvanisch abgeformt wird.

3. Verfahren zur Herstellung einer Stempelplatte (40), dadurch gekennzeichnet,

daß eine Schneidplatte (30), die Mikrodurchbrüche (32) im Submillimeterbereich aufweist,

mit einer Basisplatte (75) so verbunden wird, daß die Mikrodurchbrüche (32) auf der Unterseite (73) der Schneidplatte (30) abgedeckt werden, und

die Oberseite (80) der Schneidplatte (30) mit einer Trennschicht (33) versehen wird, und

daß die Schneidplatte (30) mittels einer Hartlegierung galvanisch abgeformt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Basisplatte (75) eine aus einem leitfähigen Material bestehende Platte verwendet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Basisplatte (75) eine aus einem nicht-leitfähigen Material bestehende Platte verwendet wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Trennschicht (33) eine elektrisch leitende Trennschicht verwendet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung der Trennschicht (33) die Stempelplatte (40) oder die Schneidplatte (30) oberflächlich durch anodische Oxidation mit Nickeloxid beschichtet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung der Trennschicht (33) die Stempelplatte (40) oder die Schneidplatte (30) oberflächlich mit einer metallischen Opferschicht, einer leitenden Kohlenstoffschicht oder einer leitenden Tauchlackschicht beschichtet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Trennschicht (33) eine elektrisch nicht leitende Trennschicht verwendet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ausbildung der Trennschicht (33) auf die Stempelplatte (40) oder die Schneidplatte (30) eine Wachs- oder eine Polymerschicht oder eine Siliziumdioxidschicht aufgebracht wird.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine Metallschicht als Startschicht für die galvanische Abformung auf die nicht leitende Trennschicht aufgebracht wird.
12. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem galvanischen Abformen die nicht leitende Trennschicht vom Grund (76) der Mikrodurchbrüche (32) zumindest teilweise entfernt wird.

13. Verfahren zur Herstellung von einstückigen Mikrostanzzwerkzeugen, wie Schneidplatte (30) und Stempelplatte (40) mit Stempeln (41), dadurch gekennzeichnet,
- daß mittels eines Tiefenstrukturierungsprozesses eine Positivform (56, 59) des Stanzzwerkzeuges (30, 40) mit Mikroschneidstrukturen (70) oder Mikrodurchbrüchen (32) im Submillimeterbereich aus Resistmaterial hergestellt wird,
- daß die Positivform (56, 59) zur Herstellung einer Senkelektrode (60, 60') galvanisch abgeformt wird,
- daß mittels der Senkelektrode (60, 60') mittels Senkerodieren in ein Halbzeug (62) Durchbrüche oder Vertiefungen zur Bildung des Stanzzwerkzeuges (30, 40) eingebracht werden.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß als Tiefenstrukturierungsprozeß ein Tiefenlithographieverfahren verwendet wird.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein Halbzeug (62) aus Hartmetall oder Stahl verwendet wird.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß beim galvanischen Abformen zuerst eine Schicht aus einer Hartlegierung aufgebracht wird und anschließend diese Schicht durch galvanische Abscheidung eines weichen Materials hinterfüllt wird.
17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß als Hartlegierung NiFe, NiW, CoW oder NiCo verwendet wird.
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem galvanischen Abformen zum Trennen von Schneidplatte (30) und Stempel/Stempelplatte (41, 40) der Verbund erwärmt oder mit Lösungsmittel oder Ultraschall behandelt wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest die Mikroschneidstrukturen (70) mit einer Hartstoffschicht versehen werden.

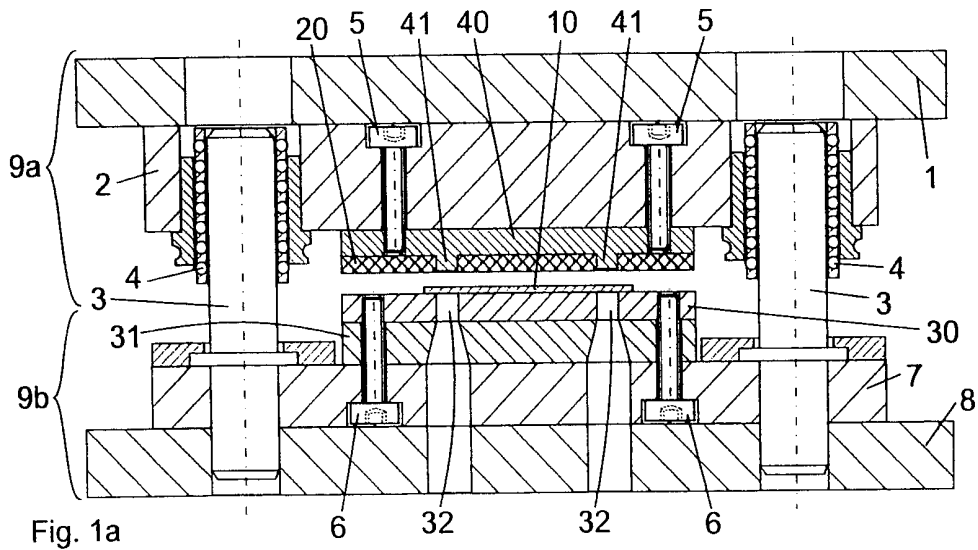


Fig. 1a

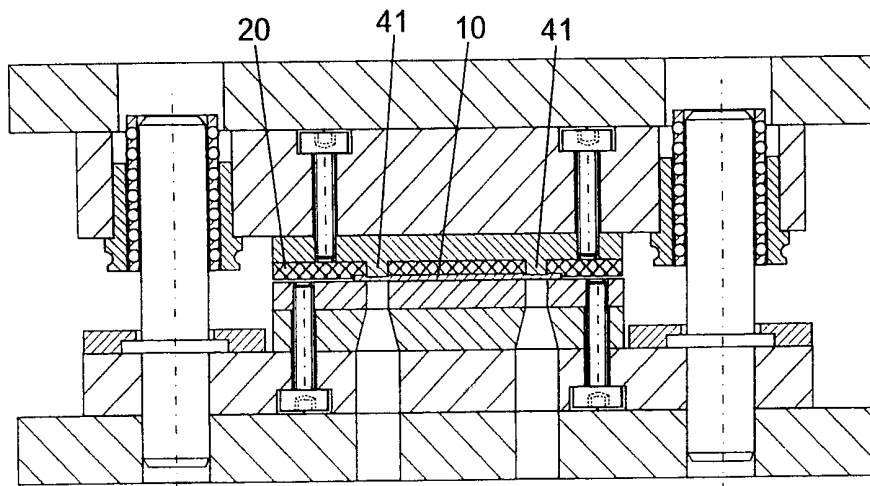


Fig. 1b

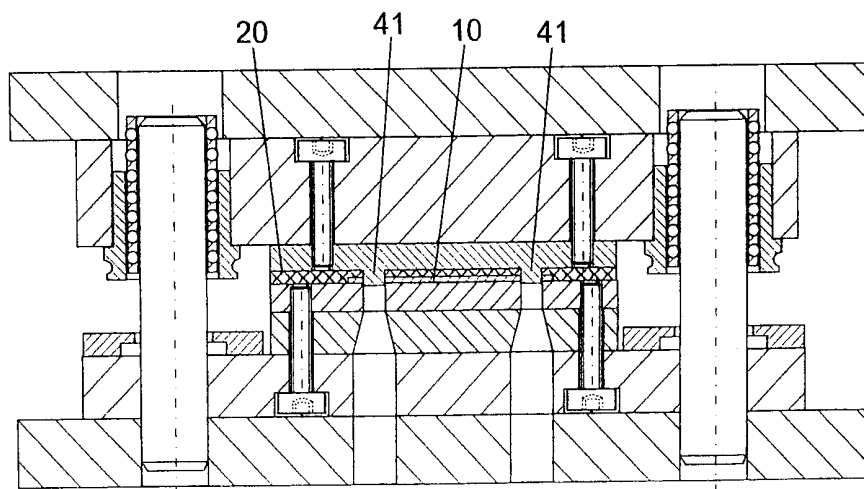


Fig. 1c

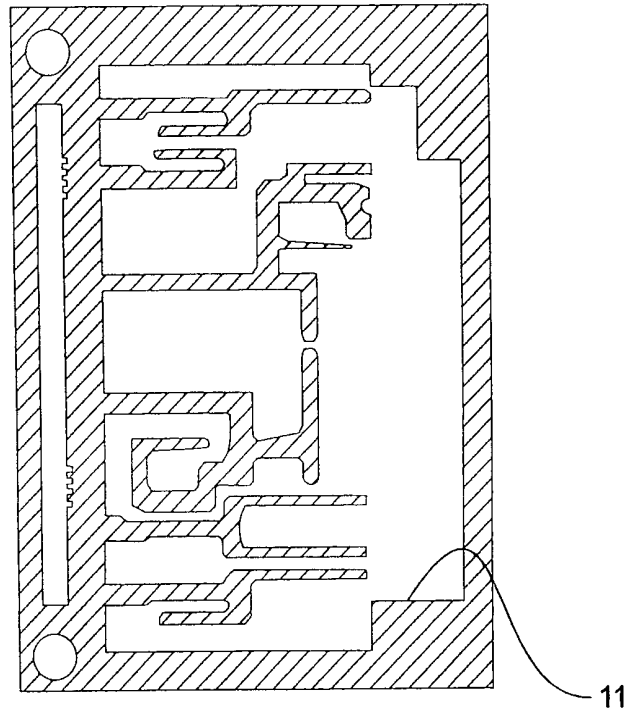


Fig. 2

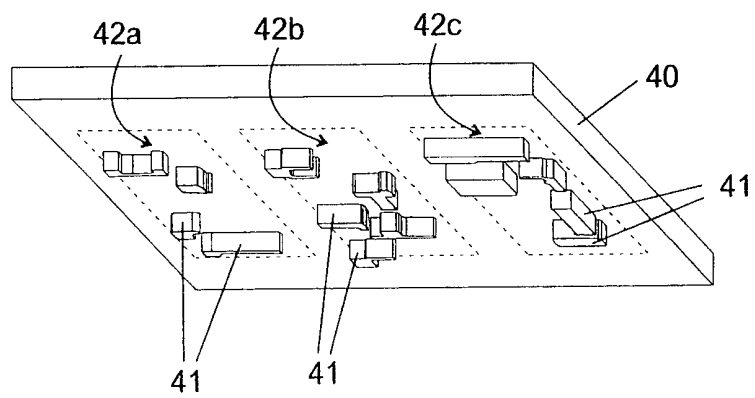


Fig. 3a

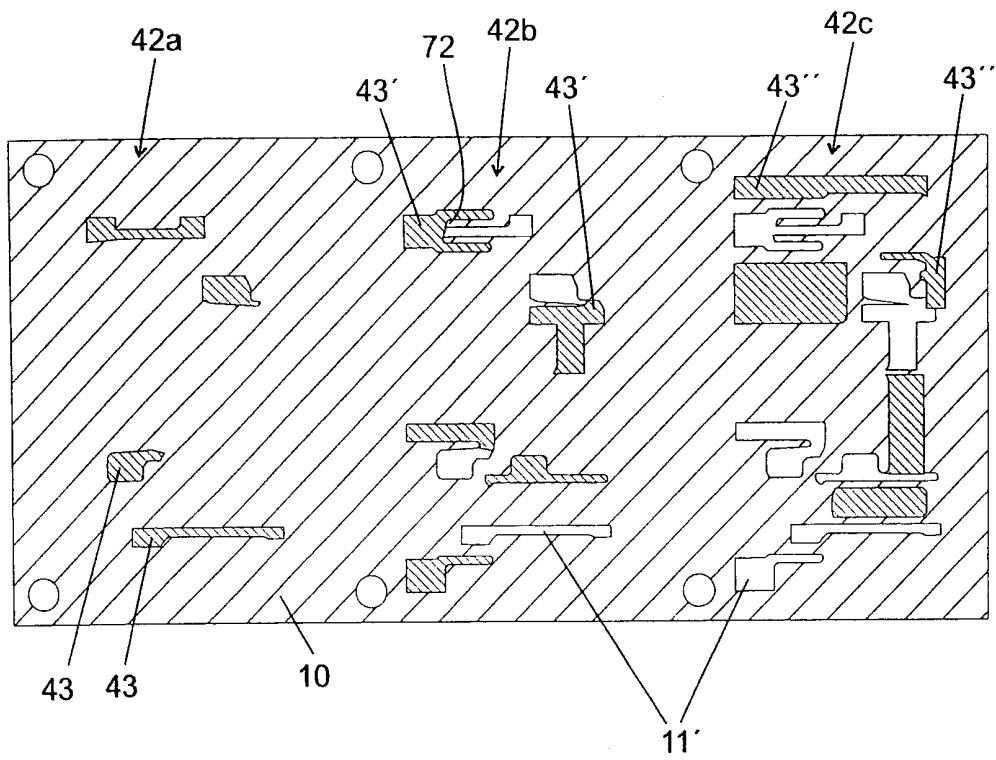


Fig. 3b

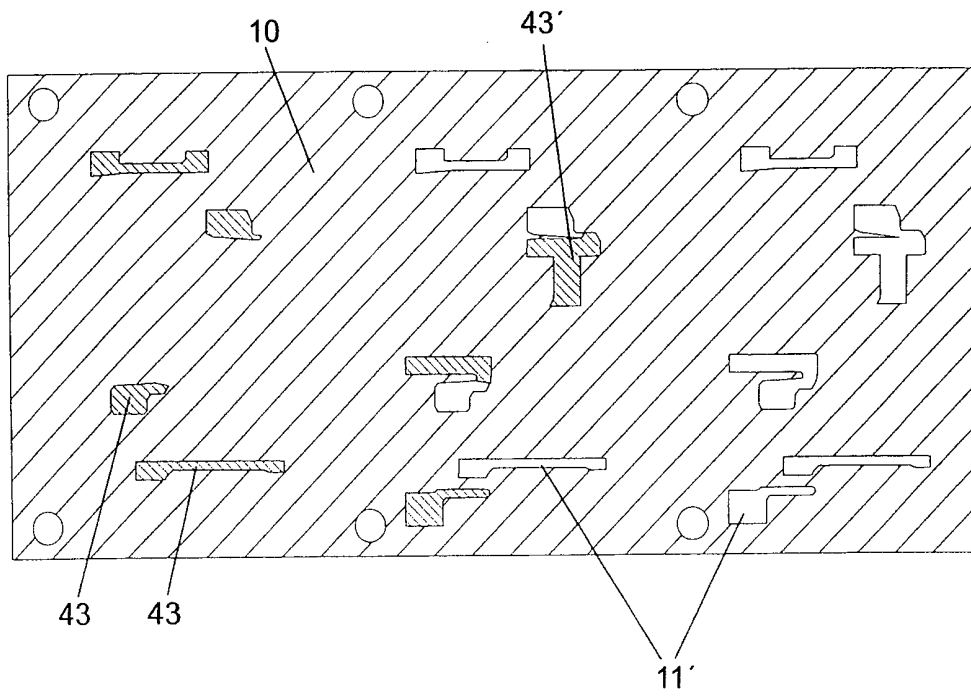
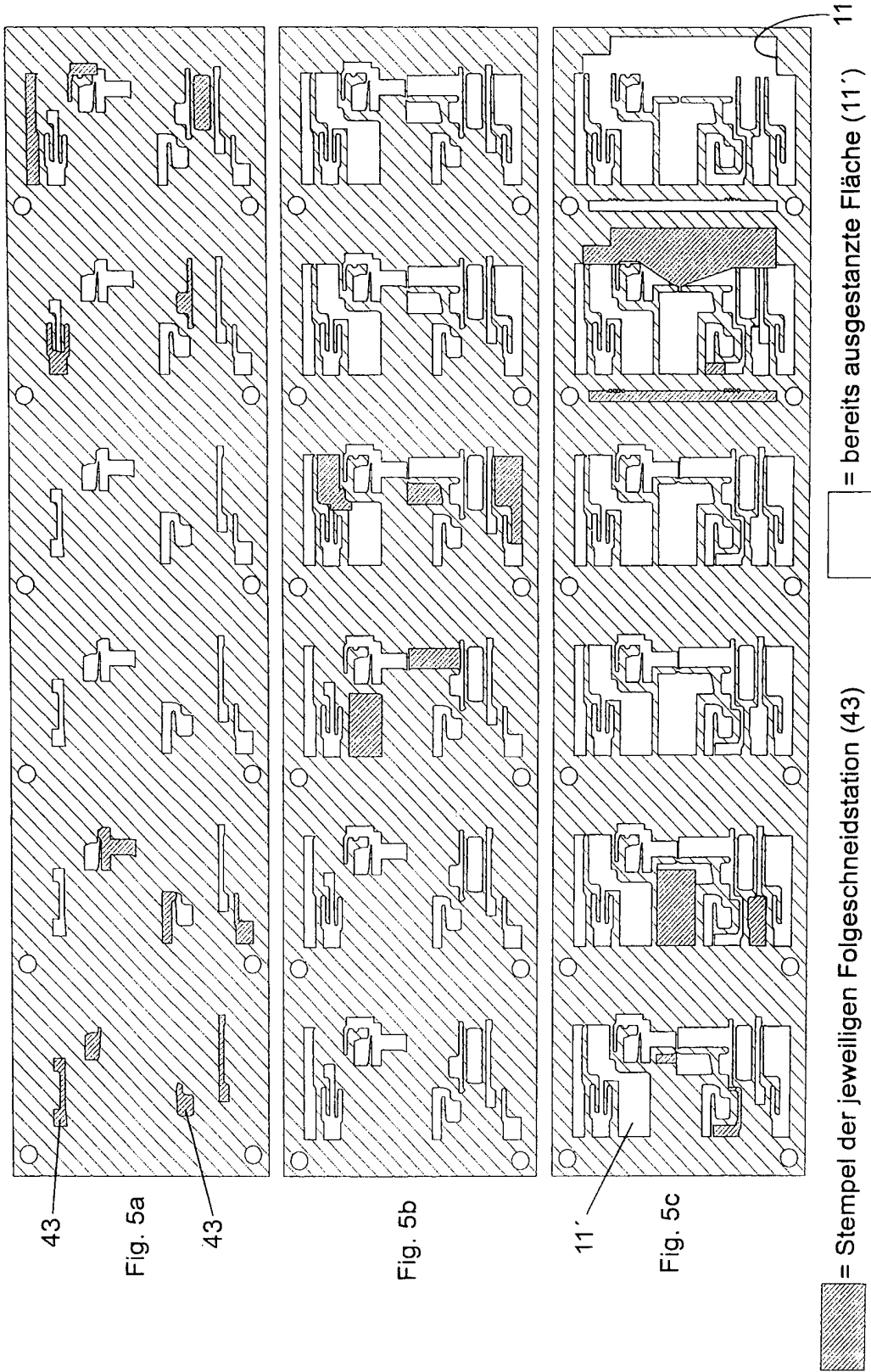


Fig. 4



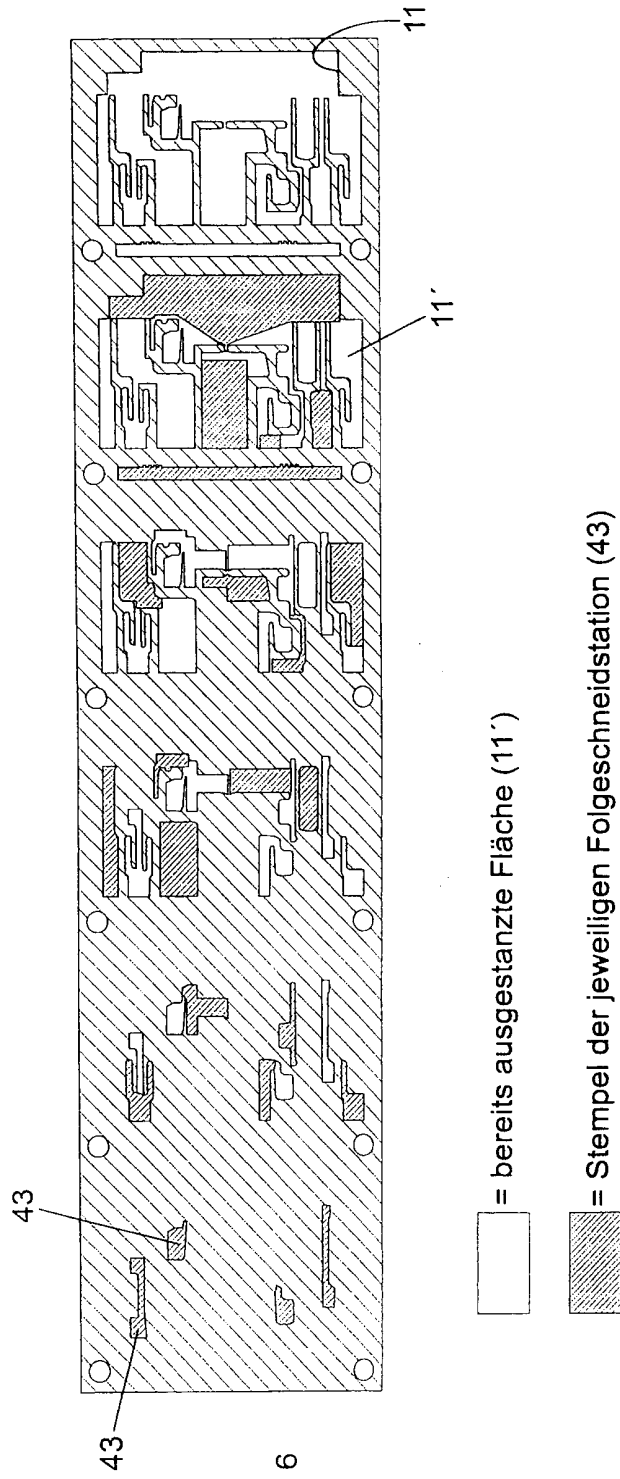


Fig. 6

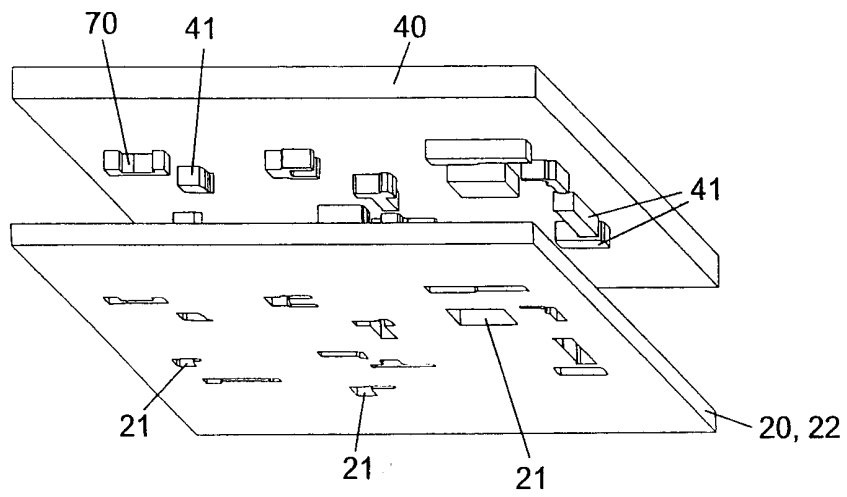


Fig. 7

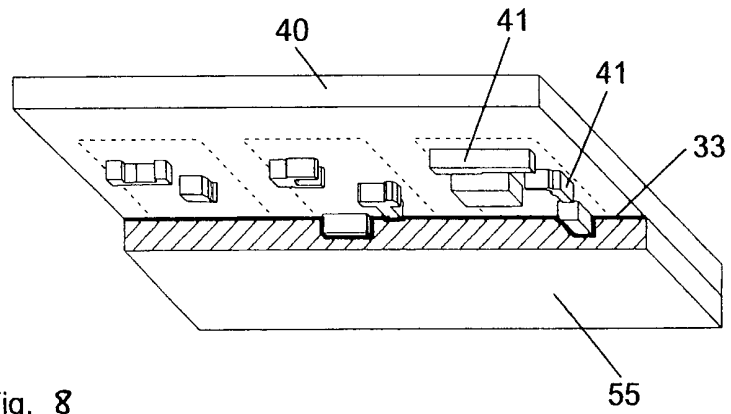


Fig. 8

8 / 13

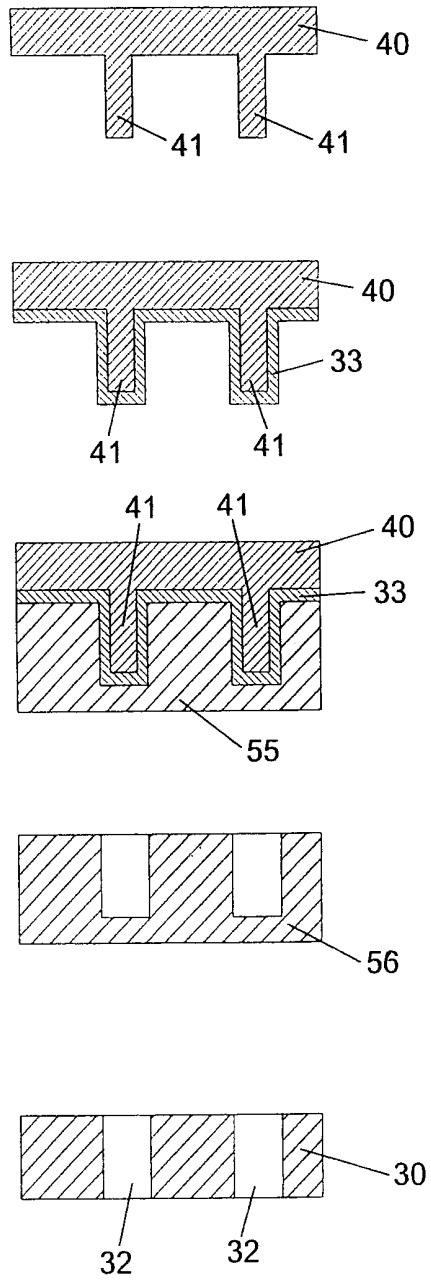


Fig. 9

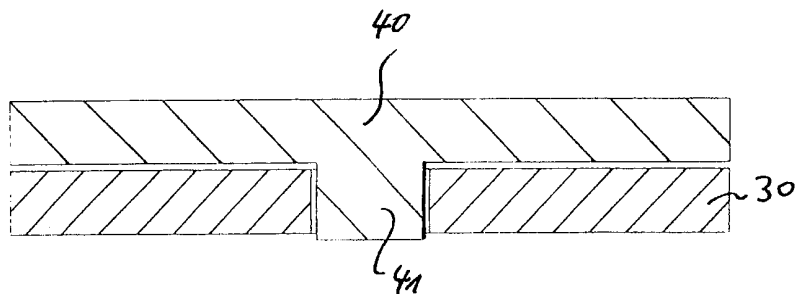
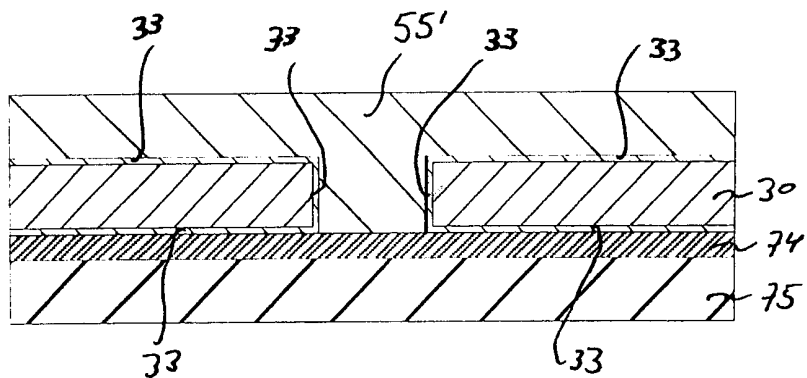
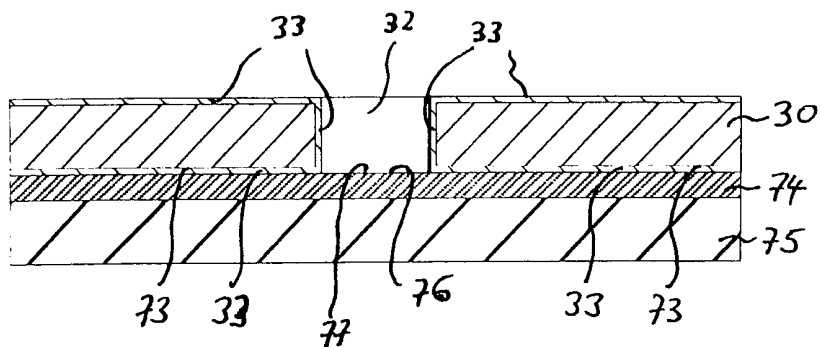
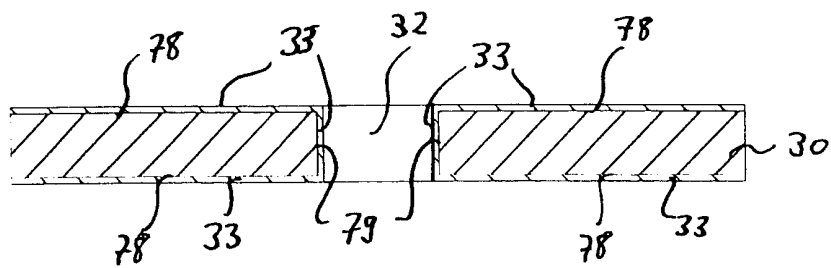


Fig. 10

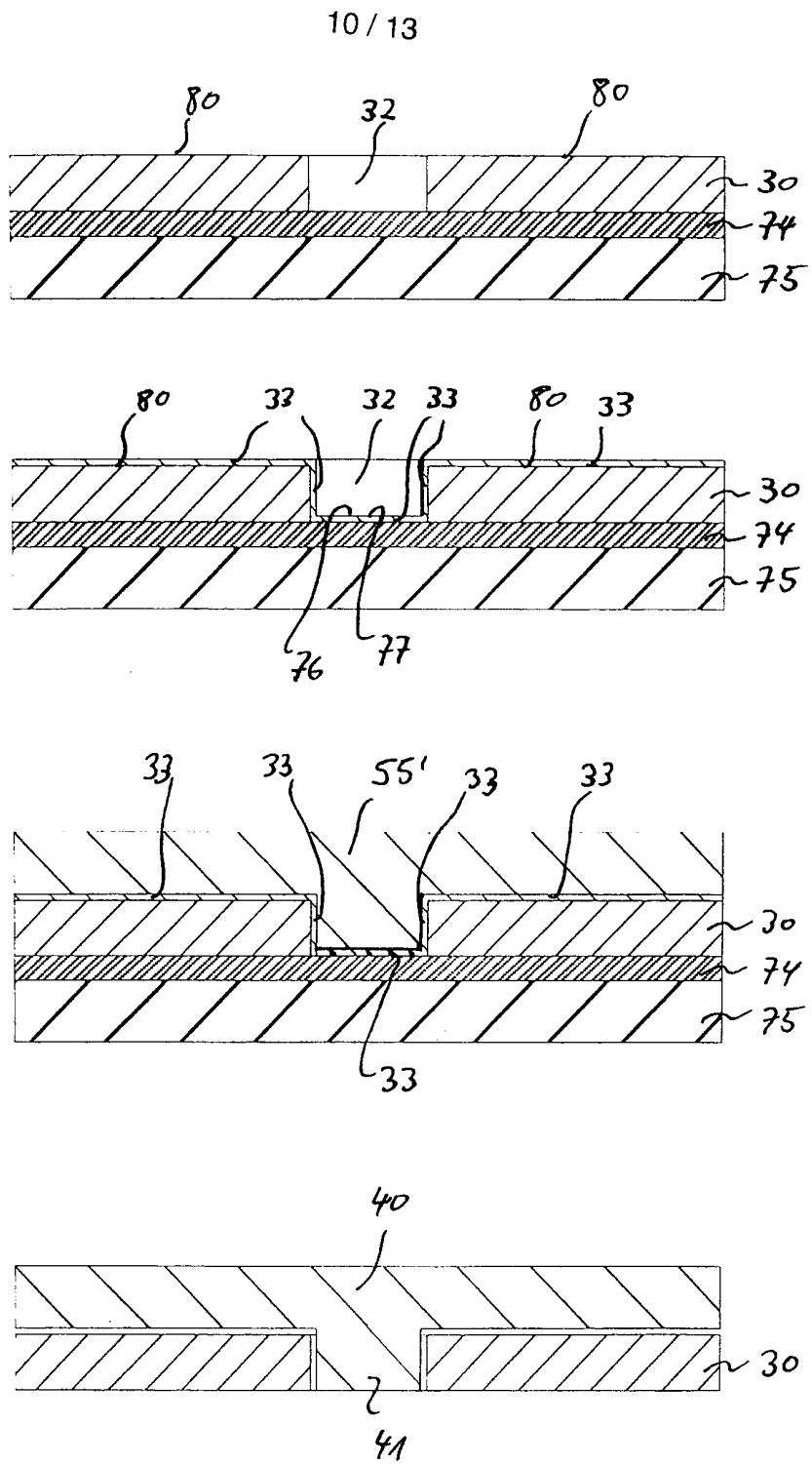


Fig. 11

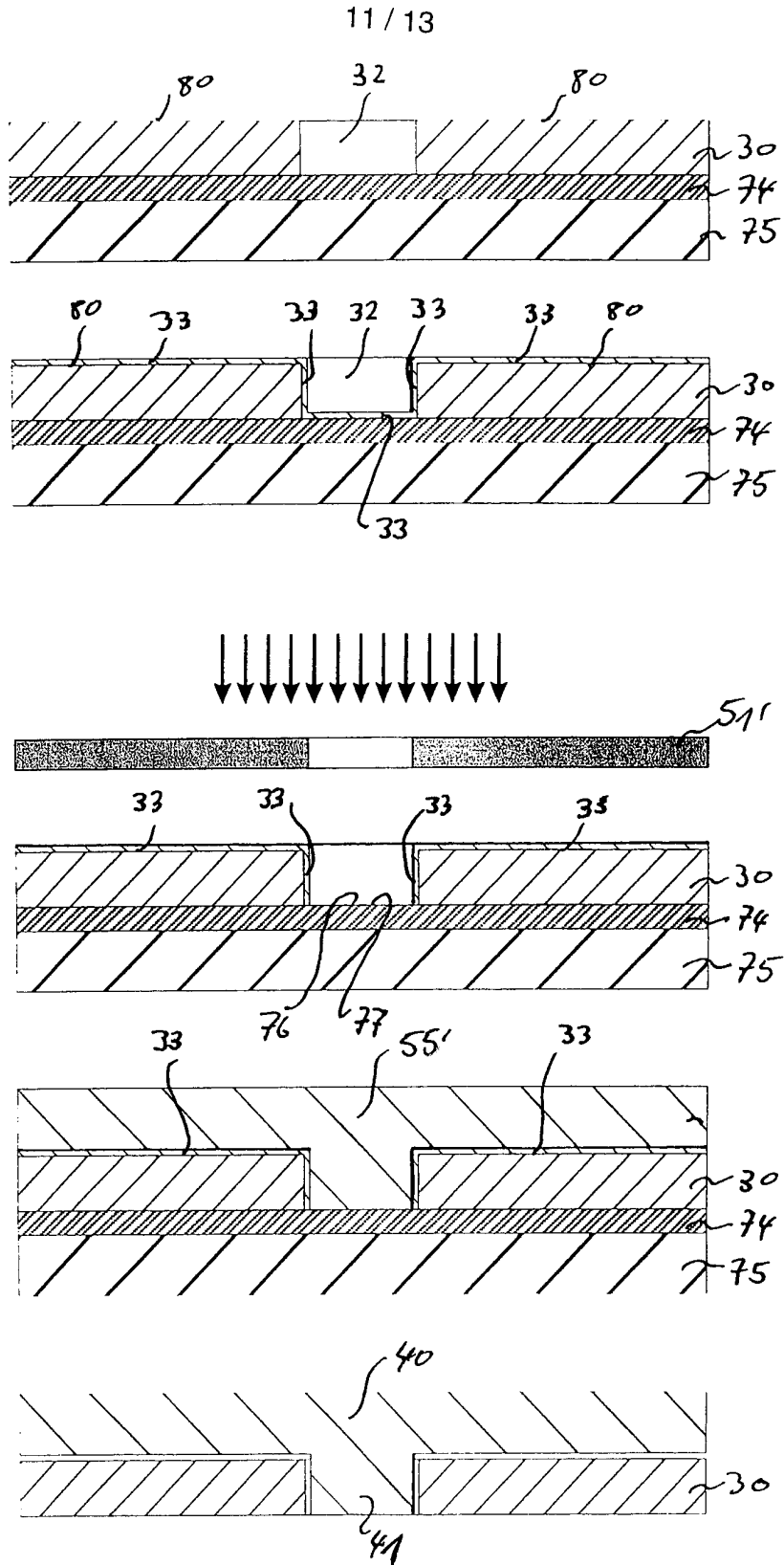


Fig. 12

12 / 13

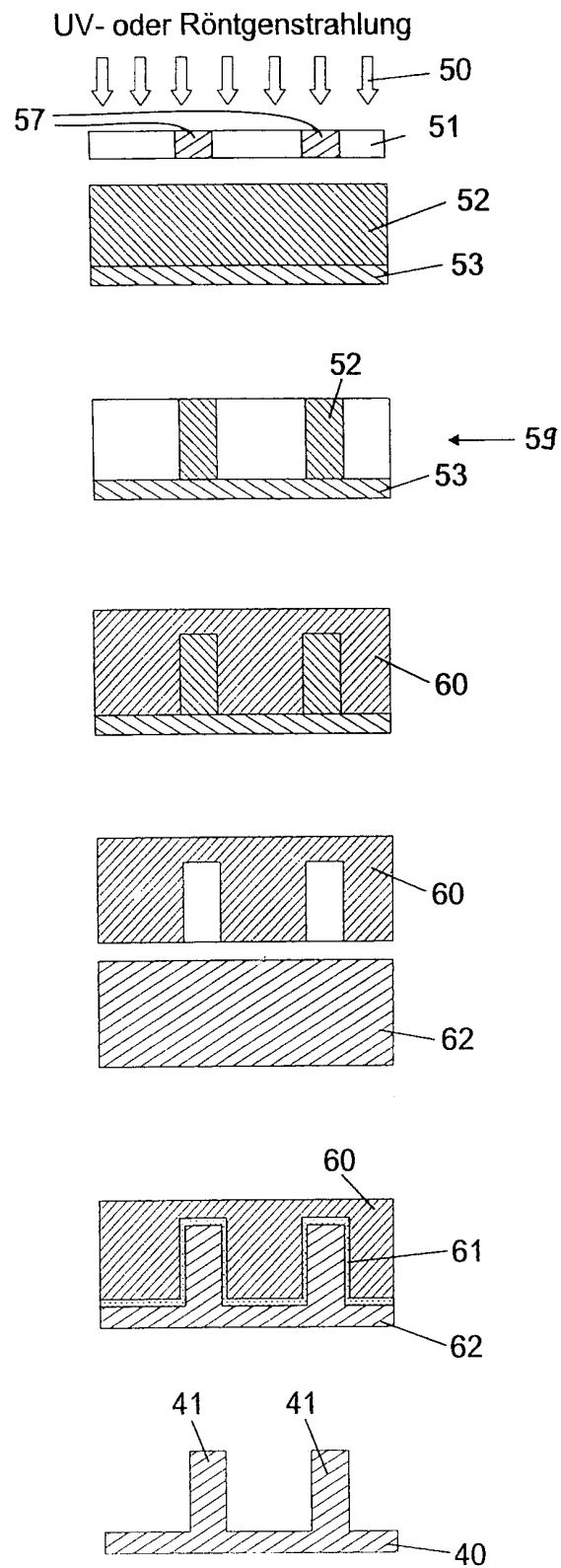


Fig. 13

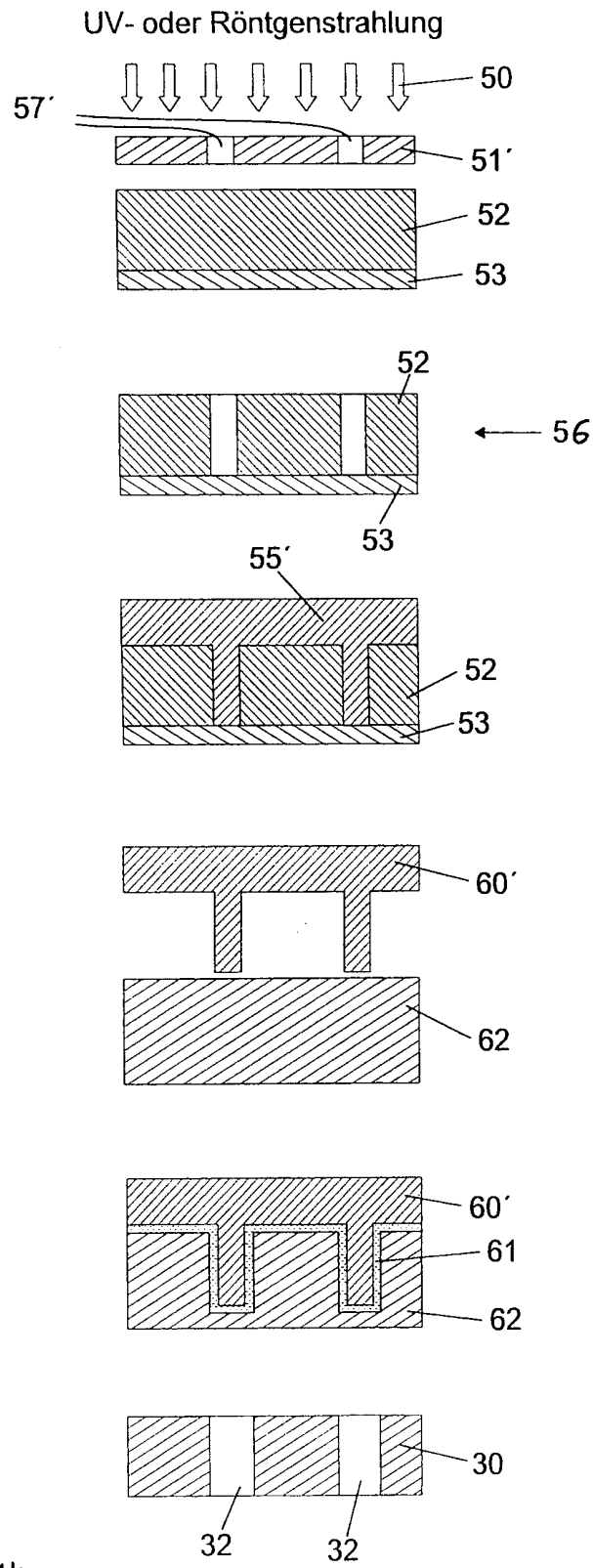


Fig. 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 00/05936

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 C25D1/10 B21D37/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 7 C25D B21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 987 799 A (SOTH ELLIOTT) 29 January 1991 (1991-01-29) -----	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 December 2000

Date of mailing of the international search report

12/12/2000

Name and mailing address of the ISA
 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Van Leeuwen, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 00/05936

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4987799	A	29-01-1991	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationale Aktenzeichen

PCT/EP 00/05936

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 C25D1/10 B21D37/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 C25D B21D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 987 799 A (SOTH ELLIOTT) 29. Januar 1991 (1991-01-29) -----	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

4. Dezember 2000

12/12/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Van Leeuwen, R

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 00/05936

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4987799 A	29-01-1991	KEINE	